

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-125580

(43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int.Cl.

H02P 1/46
H02K 21/22
H02P 6/20

(21)Application number : 10-271823

(71)Applicant : KOMATSU FUMITO

(22)Date of filing : 25.09.1998

(72)Inventor : KOMATSU FUMITO

(30)Priority

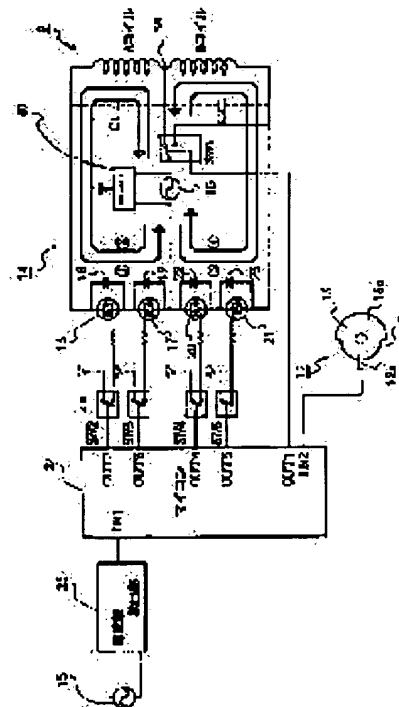
Priority number : 10165374	Priority date : 12.06.1998	Priority country : JP
10227110	11.08.1998	JP

(54) SYNCHRONOUS MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a synchronous motor capable ensuring switching of starting operation to synchronous operation and attaining high reliability, and downsizing.

SOLUTION: A microcomputer 24 controls the switching means of a starting circuit 14 and alternately-switches the current direction of rectified current which passes through an A-coil and a B-coil for starting operation. A switch SW1 for operation switching is switched to a synchronous operation circuit 39 for switching to synchronous operation, when the rotational speed of a permanent magnet rotor 5 detected by an optical sensor 12 has reached around the synchronous speed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.05.1999

[Date of sending the examiner's decision of] 16.05.2000

BEST AVAILABLE COPY

rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3163285

[Date of registration] 23.02.2001

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection] 2000-09021

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection] 15.06.2000

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ハウジング内に出力軸を中心に回転可能に設けられた永久磁石ロータと、

前記永久磁石ロータの回転数及び磁極位置を検出する第1の検出手段と、

交流電源の周波数を検出する第2の検出手段と、

ステータコアの周囲にAコイル及びBコイルが中間タップを介して直列に巻回された電機子コイルを有するステータと、

整流手段とスイッチング手段を含み、前記交流電源の交流電流を整流し、整流電流を前記永久磁石ロータの回転角度に対応して前記Aコイル及び前記Bコイルに交互に流して前記永久磁石ロータを直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転回路と、

前記交流電源と前記電機子コイルとを短絡して、前記永久磁石ロータを交流同期モータとして同期運転する同期運転回路と、

前記交流電源と前記中間タップとの間に設けられ、前記起動運転回路又は前記同期運転回路へ接続を切り換える運転切換えスイッチと、

前記起動運転回路の前記スイッチング手段を制御し、前記Aコイル及び前記Bコイルに流れる整流電流の電流方向を交互に切換えて起動運転し、前記第1の検出手段により検出された前記永久磁石ロータの回転数が前記第2の検出手段により検出される電源周波数に対して同期回転数付近に到達したときに、前記運転切換えスイッチを前記同期運転回路に切り換えて同期運転に移行するように制御する制御手段とを備えたことを特徴とする同期モータ。

【請求項2】 前記制御手段は、前記永久磁石ロータが1回転する間の前記起動運転回路の前記電機子コイルへの通電角度範囲を、前記Aコイルが前記Bコイルより大きくなるよう前記スイッチング手段をスイッチング制御して整流電流が前記Aコイルへ収斂するように起動運転することを特徴とする請求項1記載の同期モータ。

【請求項3】 前記起動運転回路の前記Bコイルへ接続するスイッチング手段を省略して、起動運転において前記Aコイルが前記Bコイルより整流電流が多く流れるように設計されていることを特徴とする請求項1記載の同期モータ。

【請求項4】 前記第1の検出手段は、前記Aコイル及び前記Bコイルへ通電する電流方向及び通電する範囲を各々規定するスリットが形成された前記永久磁石ロータの回転数及び磁極位置を検出する検出手段を備えており、該検出手段の出力信号に基づいて前記制御手段は起動運転において前記起動運転回路のスイッチング手段をスイッチング制御して前記Aコイルが前記Bコイルより整流電流が多く流れるように制御することを特徴とする請求項1記載の同期モータ。

【請求項5】 前記制御手段は、同期モータが脱調した

場合に、同期運転から一旦起動運転に移行した後、再度同期運転に移行するよう前記運転切換えスイッチを繰り返し制御することを特徴とする請求項1、2、3又は請求項4記載の同期モータ。

【請求項6】 前記ステータコアは、主コアに前記永久磁石ロータの回転方向と逆方向に延出する補助コアが設けられており、前記主コアの透磁率は前記補助コアより大きくなるように設計されていることを特徴とする請求項1、2、3、4又は請求項5記載の同期モータ。

【請求項7】 前記制御手段は、起動運転より同期運転に移行する際に、前記起動運転回路のうちBコイル側に整流電流を流すためのスイッチをOFFしてから、運転切換えスイッチを切換えると共にAコイル側に整流電流を流すためのスイッチをONして同期運転に移行するように制御することを特徴とする請求項1、2、3、4、5又は請求項6記載の同期モータ。

【請求項8】 前記ステータは、前記ステータコアに装着され、前記永久磁石ロータの回転中心と直交する方向に伸びる巻芯及び該巻芯の両端にフランジを有するボビンに、前記Aコイル及びBコイルが連続して巻回されていることを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6又は請求項7記載の同期モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は同期モータに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、例えばOA機器には、冷却用のDC或いはACファンモータが装備されており、特に高回転数を要する機器には2極或いは4極のACファンモータが好適に用いられる。

【0003】発明者は既に、電機子コイルに接続する整流回路にダイオード、ブラシ、コミュテータを装備し、交流電源より供給された交流電流を整流しながら永久磁石ロータを付勢するように回転させて直流モータとして起動運転し、永久磁石ロータの回転を同期回転付近まで立ち上げ、その時点でコミュテータを機械的に整流回路から脱除して交流電源による同期運転に切り換える同期モータを提案した（特願平7-232268号、特願平8-106929号他）。この同期モータは、2極の場合、回転数が3000rpm（50Hz）又は3600rpm（60Hz）程度の高回転数を有し、小型でしかも効率が良く汎用性も高いので、例えばACファンモータ等には好適に用いられる。

【0004】例えばアウターロータ方式の2極同期モータの構成について図12及び図13を参照して説明する。先ず、ロータ側の構成について説明すると、コミュテータ51は、出力軸52の軸方向に移動可能に設けられており、後述するように起動運転から同期運転への切換えを機械的に行う。このコミュテータ51の周囲に

は、 180° ずつ2極に着磁されたリング状の永久磁石ロータ（図示せず）が、同軸に設けられており、電機子コイル56に通電して形成される磁極との反発により起動回転する。またコミュテータ51の外周には中心角が 180° より小さい導電性摺動リング53が設けられている。このコミュテータ51は、永久磁石ロータ（図示せず）が起動運転から同期回転数付近に到達すると、図示しないウェイトの遠心力によりコイルバネ（図示せず）の付勢力に抗して軸方向に移動して単相交流電源54と整流回路55との接続から電機子コイル56との接続へスイッチ57を切り換えるようになっている。

【0005】次にステータ側の構成について説明すると、電機子コイル56は、Aコイル及びBコイルを有する2つのコイルセグメントから成っている。このAコイル及びBコイルは、モータの回転方向に合わせて所定の巻き方向に所定の巻数で図示しないボビンに巻き付けられている。給電ブラシ58a、58bは、コミュテータの外周に設けられた導電性摺動リング53に摺接して交互に給電を行うため、 180° 位相が異なる位置に対向配置されている。また、A側受電ブラシ59a、59bはAコイルに整流電流を供給するものであり、B側受電ブラシ60a、60bはBコイルに整流電流を供給するものである。このA側受電ブラシ59a、59b及びB側受電ブラシ60a、60bは、少なくとも一方が導電性摺動リング53に摺接して交互に受電が行われるため、ほぼ 180° 位相が異なる位置に対向配置されている。A側受電ブラシ59a、59b及びB側受電ブラシ60a、60bにはダイオード61a、61b及びダイオード62a、62bにより単相交流電源54からの交流電流を半波整流してA、Bコイルにそれぞれ供給する。給電ブラシ58a、58b、A側受電ブラシ59a、59b及びB側受電ブラシ60a、60bは、ハウジング63に設けられた導電性を有する板バネ64a、64b、板バネ65a、65b及び板バネ66a、66bによって径方向中心に付勢されており、導電性摺動リング53に摺接可能になっている。

【0006】電機子コイル56に接続する整流回路55に交流電源54より供給された交流電流を整流しながら永久磁石ロータ（図示せず）を付勢するように回転させて直流モータとして起動運転し、該永久磁石ロータの回転を同期回転付近まで立ち上げ、その時点でコミュテータ51を機械的に整流回路55から脱除してスイッチ57を切り換えて交流電源54と電機子コイル56を短絡して永久磁石ロータ（図示せず）を同期運転に移行するようになっている。尚、図12において C_1 、 C_2 、 C_3 はサージ電流を吸収するためのコンデンサである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した特願平7-232268号、特願平8-106929号などに開示された同期モータは、直流モータで同期回転数付近まで起

動運転し、同期回転数付近に到達するとコミュテータ51を機械的に軸方向にスライドさせることで整流回路55との接続を切り離すようスイッチ57の切換えを行うように設計されていたため、モータの消費電力効率は従来の誘導モータに比べて格段に向上できるメリットがある反面、部品点数が多く機構的に複雑化するうえに、モータを小型化する上で限界があった。また、起動運転から1回の同期引き込み動作で同期運転に移行すればよいが、コミュテータのスライドによる切換えがスムーズに行われなかったり、負荷によっては脱調して起動運転から再度立ち上げ直す必要があり切換え動作の確実性に問題点があった。また、複数のブラシと導電性摺動リングとの接離動作を繰り返すため、ブラシの摩耗や摺接が不十分となり易く、50W以上の高出力のモータにおいては起動運転において電流方向を切り換えるとスパークが発生し易く、同期モータの安全性、信頼性に問題点があった。

【0008】本発明は上記従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、その目的とするところは、時代の要請に応える省エネタイプの同期モータを実現するために、起動運転から同期運転への移行を確実にし、信頼性も高く、しかも小型化を実現した同期モータを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を達成するため次の構成を有する。すなわち、ハウジング内に出力軸を中心に回転可能に設けられた永久磁石ロータと、前記永久磁石ロータの回転数及び磁極位置を検出する第1の検出手段と、交流電源の周波数を検出する第2の検出手段と、ステータコアの周囲にAコイル及びBコイルが中間タップを介して直列に巻回された電機子コイルを有するステータと、整流手段とスイッチング手段を含み、前記交流電源の交流電流を整流し、整流電流を前記永久磁石ロータの回転角度に対応して前記Aコイル及び前記Bコイルに交互に流して前記永久磁石ロータを直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転回路と、前記交流電源と前記電機子コイルとを短絡して、前記永久磁石ロータを交流同期モータとして同期運転する同期運転回路と、前記交流電源と前記中間タップとの間に設けられ、前記起動運転回路又は前記同期運転回路へ接続を切り換える運転切換えスイッチと、前記起動運転回路の前記スイッチング手段を制御し、前記Aコイル及び前記Bコイルに流れる整流電流の電流方向を交互に切換えて起動運転し、前記第1の検出手段により検出された前記永久磁石ロータの回転数が前記第2の検出手段により検出される電源周波数に対して同期回転数付近に到達したときに、前記運転切換えスイッチを前記同期運転回路に切り換えて同期運転に移行するよう制御する制御手段とを備えたことを特徴とする。これによって、起動運転回路にブラシやコミュテータが不要であるため、起

動運転において電流方向を切り換える際にスパークの発生を防止して信頼性、安全性の高く、任意の電源周波数に対して同期運転可能な同期モータを提供できる。また、従来のようにコミュテータやブラシなどの機械部品を省略できるので、モータの小型化も促進でき、製造コストも低減できる。

【0010】また、制御手段は、永久磁石ロータが1回転する間の起動運転回路の電機子コイルへの通電角度範囲を、AコイルがBコイルより大きくなるようスイッチング制御して整流電流がAコイルへ収斂するように起動運転するようにしても良い。具体的には、Bコイル側のスイッチのみ任意の時間分割でON/OFFを繰り返すスイッチング制御を行うことで、Bコイル側の出力を低く抑えても良い。また、予め起動運転回路のBコイルへ接続するスイッチング手段を省略して、起動運転においてAコイルがBコイルより整流電流が多く流れるようにしても良く、或いは第1の検出手段は、Aコイル及びBコイルへ通電する電流方向及び通電する範囲を各々規定するスリットが形成された永久磁石ロータの回転数及び磁極位置を検出する検出手段を備えており、該検出手段の出力信号に基づいて制御手段は起動運転において起動運転回路のスイッチング手段をスイッチング制御してAコイルがBコイルより整流電流が多く流れるように制御するようにしても良い。このような制御動作によって、起動運転から同期運転への切換え動作が確実かつスムーズに行われる。また、制御手段は、同期モータが脱調した場合に、同期運転から一旦起動運転に移行した後、再度同期運転に移行するよう前記運転切換えスイッチの繰り返し制御を行うことにより、動作信頼性、安定性の高い同期モータを提供することができる。また、ステータコアは主コアに永久磁石ロータの回転方向と逆方向に延出する補助コアが設けられており、主コアの透磁率は補助コアより大きくなるように設計された場合には、起動時における永久磁石ロータの回転死点を解消して回転方向性を安定化することが可能である。また、制御手段は、起動運転より同期運転に移行する際に、起動運転回路のうちBコイル側に整流電流を流すためのスイッチをOFFしてから、運転切換えスイッチを切換えると共にAコイル側に整流電流を流すためのスイッチをONして同期運転に移行するよう制御するようにすると、起動運転回路のショートを防止して同期運転に移行することができる。また、ステータは、ステータコアに装着され、永久磁石ロータの回転中心と直交する方向に伸びる巻芯及び該巻芯の両端にフランジを有するボビンに、Aコイル及びBコイルが連続して巻回されている場合には、ステータコアを挿通する出力軸による無駄な空間が生じないので、巻芯エリアを拡大して占積率を高め、モータの出力効率を高めることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、発明の好適な実施の形態を

添付図面に基づいて詳細に説明する。本実施例では、同期モータのうち2極同期モータを用いて説明するものとする。図1は2極同期モータの起動運転時の回路構成図、図2は2極同期モータの同期運転時の回路構成図、図3(a)(b)は2極同期モータのハウジング内に装備された永久磁石ロータの外観図及び2極同期モータの上視図、図4(a)～(d)は2極同期モータ正断面説明図、上ハウジングの内視図、底面図及びステータコイルの上視図、図5は起動運転回路の電機子コイルに印加される電圧波形と永久磁石ロータの回転角度との関係を示すグラフ図である。

【0012】先ず、図3及び図4を参照して2極同期モータの全体構成について説明する。図3(a)において、1は回転子及び固定子を収容するハウジング本体であり、その上下は上ハウジング2及び下ハウジング3により覆われている。ハウジング1内には出力軸4を中心に永久磁石ロータ5が回転可能に内蔵されている。出力軸4は上ハウジング2及び下ハウジング3において、ベアリング軸受6、7により回転可能に支持されている。このベアリング軸受6、7としては、電機子コイルに形成される磁界の乱れを考慮して、非磁性の材料、例えばステンレスが好適に用いられる。また、図4(c)に示すように、下ハウジング3には、後述する電機子コイル9に配線するための配線用穴3aが形成されている。

【0013】また、永久磁石ロータ5は、筒状のロータヨーク5aの内壁にN極及びS極にほぼ180°ずつで着磁されたリンク状のマグネット5bが保持されている。この永久磁石ロータ5は電機子コイルに通電して形成される磁極との反発により出力軸4を中心に起動回転するようになっている。このマグネット5bとしては、例えば、フェライト、ゴムマグネット、プラスチックマグネット、サマリウムコバルト、希土類のマグネット、ネオジ鉄ボロンなどを原材料として安価に製造することができる。

【0014】図4(a)において、永久磁石ロータ5に囲まれた空間部には、ステータコア8の周囲にAコイル及びBコイルが中間タップ38を介して直列に巻回された電機子コイル9を有するステータ10が内蔵されている。このステータコア8は、図4(d)に示すように、主コア8aと該主コア8aの周囲には永久磁石ロータ5の回転方向と逆方向に延出する補助コア8bが設けられている。また、主コア8aの透磁率は補助コア8bより大きくなるように設計されており、主コア8aはケイ素鋼板よりなる積層コアが好適に用いられ、補助コア8bとしてはSPC材(冷間圧延鋼板)が好適に用いられる。永久磁石ロータ5は各磁極が主コア8aと補助コア8bとの磁気抵抗が最小になる位置(即ち、主コア8aと対向する位置より補助コア8b側にずれた位置)で停止するようになる。よって、起動時におけるトルクの死点を解消することができ、永久磁石ロータ5の起動時の

回転方向性を安定化することができる。また、ステータコア8はボビン11と一体に嵌め込まれ、該ボビン11の周囲には電機子コイル9がAコイル及びBコイル毎に各々分けることなく連続して巻回されている。このように、ボビン11に対して巻芯エリアを広く確保して占積率を高めて巻回されているので、2極3スロット型のモータに比べて電機子コイル9の巻数を増やして、モータの出力効率の向上に寄与できる。

【0015】図3(a)及び図4(a)において、上ハウジング2内には、永久磁石ロータ5の回転数及び磁極位置を検出する第1の検出手段として光センサ12が装備されている。この光センサ12は、例えば投光用光源と受光素子を備えた光検出素子12aと、マグネット5bの磁極位置に応じて遮光部分13aと透光する透光部分13bが180°ずつ形成された回転円板13とを装備している。回転円板13は、永久磁石ロータ5と一体に取り付けられており、これらは出力軸4を中心に一体となって回転する(図4(b)参照)。光センサ12は回転円板13により永久磁石ロータ5の回転数及び磁極位置を検出するもので、光検出素子12aは回転数に応じたパルスを生じさせ、磁極位置に応じて後述する制御手段により所定のタイミングで起動運転回路14をスイッチング制御したりする。光検出素子12aは、図3(a)(b)に示すように、上ハウジング2の内壁に螺子止めにより固定されている。尚、光センサ12は、光透過型に限らず、反射型のセンサを用いても良い。また、光センサ12の他の回転数検出手段として、ホール素子、磁気抵抗素子、コイルなどを用いた磁気センサ、高周波誘導による方法、キャパシタンス変化による方法など様々なものが適用可能である。

【0016】次に、2極同期モータを起動運転する起動運転回路、同期運転回路及びこれらの回路をスイッチング制御する制御手段の構成について図1及び図2を参照して説明する。図1において、起動運転回路14は、整流手段とスイッチング手段を含み、単相交流電源15の交流電流を整流し、整流電流を永久磁石ロータ5の回転角度に対応してAコイル及びBコイルに交互に流して永久磁石ロータ5を直流ブラシレスモータとして起動運転する。図2において、同期運転回路39は、交流電源15と電機子コイル9とを短絡して、永久磁石ロータ5を交流同期モータとして同期運転する。交流電源15と中間タップ38との間には運転切換えスイッチSW1が設けられており、該運転切換えスイッチSW1により起動運転回路14又は同期運転回路39への接続が切換えられる。

【0017】図1において、Aコイルにはスイッチング手段として第1、第2FET(電界効果トランジスタ)16、17が直列に対向して接続されている。また第1、第2FET16、17には、整流手段として第1、第2ダイオード18、19が各々並列に接続されてい

る。またBコイルにはスイッチング素子として第3、第4FET(電界効果トランジスタ)20、21が直列に対向して接続されている。また第3、第4FET20、21には、整流素子として第3、第4ダイオード22、23が各々並列に接続されている。尚、図1において、Aコイル及びBコイルには、破線で示すようにコンデンサC1、C2が各々並列に接続されていても良い。このコンデンサC1、C2は、電機子コイル9に消費される電力の力率を向上させて出力損失を補うと共に高圧のサージ電流を吸収する。

【0018】24は制御手段としてのマイクロコンピュータであり、起動運転において起動運転回路14はスイッチング制御により起動運転回路14に流れる電流量や電流方向を制御したり、起動運転から同期運転へ移行する際の運転切換えスイッチSW1の切換え制御などを行う。即ち、起動運転回路14の各スイッチング手段を制御し、Aコイル及びBコイルに流れる整流電流の電流方向を交互に切換えて起動運転し、光センサ12により検出された永久磁石ロータ5の回転数が同期回転数付近に到達したときに、運転切換えスイッチSW1を同期運転回路39に切り換えて同期運転に移行するよう制御する。

【0019】具体的には、マイクロコンピュータ24には、第2の検出手段としての電源周波数検出部25により交流電源15の周波数が検出されて入力端子IN1に入力される。また、光センサ12により、永久磁石ロータ5の回転数及び磁極位置を検出されて入力端子IN2に入力される。また、出力端子OUT1より運転切換えスイッチSW1への切換え信号が出力され、出力端子OUT2~OUT5によりスイッチSW2~スイッチSW5を各々ON/OFFさせるための出力信号が出力され、第1FET16、第2FET17、第3FET20、第4FET21の各ゲートにFETドライブ用電源40よりゲートパルスが選択的に印加される。マイクロコンピュータ24は、光センサ12により検出された永久磁石ロータ5の磁極位置にタイミングを合わせて、スイッチSW2及びスイッチSW4をON/OFFさせ(ONのとき起動運転回路14には \oplus 及び \ominus に示す整流電流が流れる)、スイッチSW3及びスイッチSW5をOFF/ON(ONのとき起動運転回路14には \ominus 及び \oplus に示す整流電流が流れる)するようにして第1FET16、第2FET17、第3FET20、第4FET21の動作を制御する。尚、スイッチSW1~スイッチSW5は、リレー又は半導体スイッチ(例えばトライアック、ホトカブラ、トランジスタ、IGBT等)を用いても良い。

【0020】起動運転回路14に整流電流 \oplus 及び \ominus が流れる場合について図1を参照して具体的に説明する。スイッチSW2及びスイッチSW4のみONすると、第1、第3FET16、20が電流方向 \oplus 、 \ominus のとき各々

ON状態になる。このとき、Aコイルには第1 FET 16、第2ダイオード19を経て整流電流 Φ が流れ、Bコイルには第3 FET 20、第4ダイオード23を経て整流電流 Φ が各々交流波形に従って交互に流れる。また、起動運転回路14に整流電流 Φ 及び Φ が流れる場合には、スイッチSW3及びスイッチSW5のみONすると第2、第4 FET 17、21がON状態になる。このとき、Aコイルには第2 FET 17、第1ダイオード18を経て整流電流 Φ が流れ、Bコイルには第4 FET 21、第3ダイオード22を経て整流電流 Φ が各々交流波形に従って交互に流れる。

【0021】また、マイクロコンピュータ24は、永久磁石ロータ5が1回転する間の電機子コイル9への通電角度範囲をAコイルがBコイルより大きくなるようにして整流電流がAコイルへ収斂するように起動運転する。図5は交流電源15により電機子コイル9に印加される電圧波形と永久磁石ロータ5の回転角度との関係を示すグラフ図である。図1に示す起動運転回路14において交流電源15より流れる整流電流を Φ 及び Φ に流れ出す向きを+側とし、 Φ 及び Φ に流れ出す向きを-側として電圧波形を示す。図5において斜線部は通電角度範囲を示すものとする。

【0022】マイクロコンピュータ24は、起動運転において予め設定された通電角度範囲に従って起動運転回路14のスイッチSW2～スイッチSW5をスイッチング制御する。例えば、図5に示すように、スイッチSW4及びスイッチSW5のみ任意の時間分割でON/OFFを繰り返すスイッチング制御を行うことで、Bコイルに流れる整流電流 Φ 、 Φ を抑えてAコイルに流れる整流電流 Φ 、 Φ を多くして、全体として整流電流がAコイルに収斂するように制御する。そして、永久磁石ロータ5の回転数が増加するにしたがって、該永久磁石ロータ5の回転にタイミングを合わせてスイッチSW2～スイッチSW5を切換えることにより同期回転数付近まで立ち上げる。

【0023】そして、永久磁石ロータ5が同期回転数付近に到達したことを光センサ12により検出すると、図2においてマイクロコンピュータ24は起動運転回路14から同期運転回路39へ運転切換えスイッチSW1を切換える。具体的にはスイッチSW4及びスイッチSW5をOFFにし、次に運転切換えスイッチSW1を切り換え、同時にスイッチSW2及びスイッチSW3を共にON状態にして第1 FET 16及び第2 FET 17をON状態にして同期運転に移行する。このとき、電機子コイル9には、Aコイル及びBコイルが直列で図2の Φ 及び Φ に示す交流電流が流れ、該電機子コイル9の磁極の変化に同期して永久磁石ロータ5は回転し、交流同期モータとして回転駆動される。電機子コイル9には、Aコイル及びBコイルが直列に連結されているため、同期運転に必要なトルクを発生させるだけの負荷に見合った交

流電流が流れる。尚、スイッチSW1～スイッチSW5の回路的なショートを防止するため、スイッチSW4及びスイッチSW5をOFFにしてから運転切換えスイッチSW1を切換えるようにしている。

【0024】また、同期モータが負荷の変動などにより脱調した場合には、マイクロコンピュータ24は一旦永久磁石ロータ5の回転数が同期回転移行時より所定値まで落ち込んだ後起動運転に移行し、再度同期運転に移行するよう繰り返し制御を行うようになっている。例えば、電源周波数が60 Hzで駆動する2極同期モータの場合、起動運転から同期運転へ移行する際の永久磁石ロータ5の回転数のしきい値を3550 rpmに設定し、同期運転に入れずに脱調したときに起動運転へ移行する際の永久磁石ロータ5の回転数のしきい値を3200 rpmに設定して繰り返し制御することにより、安定したモータの駆動動作が実現できる。起動運転から同期運転へ、同期運転から起動運転へ移行する際のしきい値は、各モータの出力特性、用途、サイズなどにより最適な値を設定すれば良い。

【0025】また、本実施例に示す2極同期モータは、起動運転から同期運転への移行動作をマイクロコンピュータ24に制御されて行われるため、電源周波数が50 Hz、60 Hz、100 Hz等に変化しても細かい機械設計を変更することなく同一の2極同期モータを用いることができるので、極めて汎用性の高い同期モータを提供することができる。

【0026】また、起動運転において整流電流がBコイルよりAコイルに多く流れるようにして、該整流電流がAコイルへ収斂させるための他の手段について説明する。例えば、起動運転回路14において、Bコイルへ接続するスイッチング手段を省略するようにしても良い。具体的には、図1において、スイッチSW4及び第3 FET 20又はスイッチSW5及び第4 FET 21を省略するようにしても良い。このようにすることで、起動運転においてスイッチング制御する起動運転回路14を簡素化して制御を容易にし、部品点数も省略できるので安価に製造でき、モータの小型化にも寄与できる。

【0027】また、他の手段について説明すると、図6に示すように、光センサ12は、Aコイル及びBコイルへ通電する電流方向及び通電する範囲を各々規定するスリット26a、26bが形成されたセンサ板26及び光検出素子（図示せず）を備えていても良い。例えば、円弧長の長いスリット26aはAコイル及びBコイルへ通電する電流方向を規定しており、円弧長の短いスリット26bはBコイルへ通電する範囲を各々規定している（尚、図6の12cはスリット26a側のセンサ位置を示し、12dはスリット26b側のセンサ位置を示している）。このセンサ板26に形成された各スリット26a、26bを検出する光検出素子の検出信号に基づいて、マイクロコンピュータ24は、起動運転において起

動運転回路14のスイッチSW2～SW5のON/OFFをスイッチング制御することにより、AコイルがBコイルより整流電流が多く流れるようにしても良い。この場合、Aコイル及びBコイルに対する通電角度範囲をセンサ板26により規定しているので、マイクロコンピュータ24により逐一煩雑なスイッチの切換え制御する必要がなくなるため、制御動作を簡略化できる。

【0028】上記2極同期モータを用いれば、マイクロコンピュータ24は、起動運転回路14において永久磁石ロータ5が1回転する間の電機子コイル9への通電角度範囲をAコイルがBコイルより大きくなるようスイッチング手段を制御して整流電流が該Aコイルへ収斂するように起動運転し、永久磁石ロータ5の回転数が同期回転数付近に到達すると、運転切換えスイッチSW1を同期運転回路39へ切り換えて同期運転するよう制御するので、起動運転から同期運転への移行が確実かつスムーズに行える。また、起動運転回路14にブラシやコミュテータが不要であるため、電流方向を切り換える際にスパークの発生を防止して信頼性、安全性の高い同期モータを提供できる。また、従来のようにコミュテータやブラシなどの機械部品を省略できるので、モータの小型化も促進でき、製造コストも低減できる。また、マイクロコンピュータ24は、同期モータが脱調した場合に、同期運転から一旦起動運転に移行した後、再度同期運転に移行するよう繰り返しの制御を行うことにより、動作信頼性、安定性の高い同期モータを提供することができる。また、ステータコア8は、主コア8aに永久磁石ロータ5の回転方向と逆方向に延出する補助コア8bが設けられており、該主コア8aの透磁率は該補助コア8bより大きくなるように設計された場合には、起動運転における永久磁石ロータ5の回転死点を解消して回転方向性を安定化することが可能である。また、ステータコア8は2極3スロット型のモータにおいてスロットに電機子コイル9を収納する場合に比べて巻芯エリアを広く確保して占積率を高められるので、電機子コイル9の巻数を増やして、モータの出力効率を高めることができる。

【0029】また、2極同期モータに限定されるが、図7(a)に示すように、永久磁石ロータ5は、出力軸4の一端がロータヨーク5aに連繋しており、ロータヨーク5aにロータヨーク受け部材41が連繋している。また、ステータ10は、ステータコア8がステータ固定部材42に固定されており、該ステータ固定部材42は下ハウジング3に嵌め込まれている。永久磁石ロータ5は、上ハウジング2に設けられたベアリング軸受6及びロータヨーク受け部材41と下ハウジング3との間に設けたベアリング軸受7を介して回転可能になっている。図7(b)に示すように、ステータコア8に装着され、永久磁石ロータ5の回転中心と直交する方向に伸びる巻芯11a及び該巻芯11aの両端にフランジ11bを有するボビン11に、Aコイル及びBコイルが連続して巻

回されている。よって、ステータコア8に出力軸4が挿通するための無駄な空間が生じないので、巻芯エリアを拡大して占積率を更に高め、モータの出力効率を高めることができる。

【0030】本発明に係る同期モータは、2極同期モータに限らず図8及び図9に示すように4極同期モータについても適用可能である。尚、前述した2極同期モータと同一部材には同一番号を付して説明を援用するものとする。図8において、永久磁石ロータ27はロータヨーク27aの内壁にN極、S極が交互に90°ずつ合計4極に着磁されたリング状のマグネット27bが保持されている。

【0031】また、図9において、4極同期モータのステータコア28は十字状の主コア（積層コア）28aの各端部に永久磁石ロータ27の回転方向と逆方向に延出する補助コア28bが設けられており、起動時におけるトルクの死点を解消している。また、ステータコア28はボビン29と一体に嵌め込まれ、該ボビン29の周囲には主コア28aの一方の長手方向に電機子コイル9がAコイルとBコイルを4極構造になるように出力軸4を中心に両側のボビン29に互いに反対向きに巻き付けられている。

【0032】また、図10に示すように、回転円板30には、マグネット27bの磁極位置に応じて透光部分30aと透光する透光部分30bとが90°ずつ交互に形成されている。回転円板30は、永久磁石ロータ27と一体に取り付けられており、これらは出力軸4を中心に一体となって回転する。光センサ12は回転円板30により永久磁石ロータ5の回転数及び磁極位置を検出する。4極同期モータは、永久磁石ロータ5が90°回転する毎に電機子コイル9に形成される磁極が変化するため、起動運転する際に起動運転回路14に流れる電流の向きを永久磁石ロータ27が90°回転する毎にスイッチング制御により切り換える必要がある。

【0033】また、上述した2極同期モータ及び4極同期モータは、アウターロータ方式について説明したが、これに限定されるものではなく、インナーロータ方式であっても良い。例えば8極同期モータについて図11(a)(b)を参照して説明する。図11(a)は永久磁石ロータの軸断面説明図、図11(b)は永久磁石ロータを取り外したステータの一部断面説明図である。

【0034】図11(b)において、31、32は固定子及び回転子を収容するステータヨークでありハウジングを兼用して2分割可能に形成されている。ステータヨーク31、32内には出力軸33を中心に永久磁石ロータ34が回転可能に内蔵されている。出力軸33はステータヨーク31、32において、図示しないベアリング軸受により回転可能に支持されている。

【0035】また、図11(a)において、永久磁石ロータ34は、出力軸33に嵌め込まれたマグネット固定

部材35aの周囲にN極及びS極にほぼ45°ずつ着磁されたリング状のマグネット35bが保持されている。この永久磁石ロータ34は電機子コイルに通電して形成される磁極との反発により出力軸33を中心に起動回転するようになっている。永久磁石ロータ34の外側には、ステータヨーク31、32内にボビン36が嵌め込まれており、該ボビン36にはAコイル及びBコイルの2つのコイルセグメントに分割された電機子コイル37が巻き付けられている。

【0036】また、図11(b)に示すように、ステータヨーク31、32の周縁部には、周方向に8か所に主コア31a、32aが軸方向に交互に折り曲げ形成されている。この主コア31a、32aには永久磁石ロータ34の回転方向と逆方向に延出する補助コア31b、32bが各々形成されており、起動時におけるトルクの死点を解消している。また、ステータヨーク31、32内には永久磁石ロータ34の回転数及び磁極位置を検出する第1の検出手段として光センサ(図示せず)が装備されている。光センサは出力軸33に一体に取り付けられた回転円板(図示せず)により永久磁石ロータ34の回転数を検出し、図示しないマイクロコンピュータは起動回転回路に流れる整流電流の向きや電流量をスイッチング制御により制御する。

【0037】本発明に係る同期モータは、モータを駆動制御するマイクロコンピュータ24を一体に装備している場合であっても、或いは同期モータが用いられる電機機器の装置本体に内蔵した制御回路の一部(交流電源、FETドライブ用電源、起動回転回路、同期回転回路などを含む)を用いてモータを駆動制御するタイプのいずれであっても良い。また、一般にインダクター方式とよばれる同期モータや平盤状のマグネットとコイルを円板上で対向させた平面对向方式の同期モータなどにも本発明を広く適用できる。また、本発明に係る同期モータには、従来一般的に使われている誘導型モータのように、過負荷時の安全を保証するために、動作中に常に通電する回路部分に温度ヒューズやバイメタル式の高温検出スイッチを組み込むこともできる等、発明の精神を逸脱しない範囲で多くの改変をなし得る。

【0038】

【発明の効果】本発明の同期モータを用いると、制御手段は、起動回転回路において永久磁石ロータが1回転する間の電機子コイルへの通電角度範囲をAコイルがBコイルより大きくなるようスイッチング制御して整流電流が該Aコイルへ収斂するように起動運転し、永久磁石ロータの回転数が同期回転数付近に到達すると、運転切換えスイッチを同期回転回路に切り換えて同期運転に移行するよう制御するので、起動運転から同期運転への移行が確実かつスムーズに行える。また、起動回転回路にブラシやコミュテータが不要であるため、起動運転において電流方向を切り換える際にスパークの発生を防止して

信頼性、安全性の高い同期モータを提供できる。また、従来のようにコミュテータやブラシなどの機械部品を省略できるので、モータの小型化も促進でき、製造コストも低減できる。また、制御手段は、同期モータが脱調した場合に、同期運転から一旦起動運転に移行した後、再度同期運転に移行するよう運転切換えスイッチを繰り返し制御を行うことにより、動作信頼性、安定性の高い同期モータを提供することができる。また、ステータコアは、主コアに前記永久磁石ロータの回転方向と逆方向に延出する補助コアが設けられており、主コアの透磁率は補助コアより大きくなるように設計された場合には、起動時における永久磁石ロータの回転死点を解消して回転方向性を安定化することが可能である。また、例えば2極3スロット型のモータにおいて、ステータコアに電機子コイルを収納する場合に比べて巻芯エリアを広く確保して占積率を高めたので、電機子コイルの巻数を増やして、モータの出力効率を高めることができる。また、制御手段は、起動運転より同期運転に移行する際に、起動回転回路のうちBコイル側に整流電流を流すためのスイッチをOFFしてから、運転切換えスイッチを切換えると共にAコイル側に整流電流を流すためのスイッチをONして同期運転に移行するよう制御するようにすると、起動回転回路のショートを防止して同期運転に移行することができる。また、制御手段としてマイクロコンピュータにより起動運転から同期運転への移行動作を制御する場合には、電源周波数が50Hz、60Hz、100Hz等に様々に変化しても細かい機械設計を変更することなく同一のモータを用いることができるので、極めて汎用性の高い同期モータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】2極同期モータの起動運転時の回路構成図である。

【図2】2極同期モータの同期運転時の回路構成図である。

【図3】2極同期モータのハウジング内に装備された永久磁石ロータの外観図及び2極同期モータの上視図である。

【図4】2極同期モータ正断面説明図、上ハウジングの内視図、底面図及びステータコイルの上視図である。

【図5】起動回転回路の電機子コイルに印加される電圧波形と永久磁石ロータの回転角度との関係を示すグラフ図である。

【図6】光センサに備えたセンサ板の説明図である。

【図7】他例に係る2極同期モータ正断面説明図及びステータコイルの上視図である。

【図8】4極同期モータの一部破断説明図である。

【図9】4極同期モータの軸断面説明図である。

【図10】4極同期モータの光センサに装備される回転円板の説明図である。

【図11】8極同期モータの永久磁石ロータの軸断面説

明図及び永久磁石ロータを取り外したステータの一部断面説明図である。

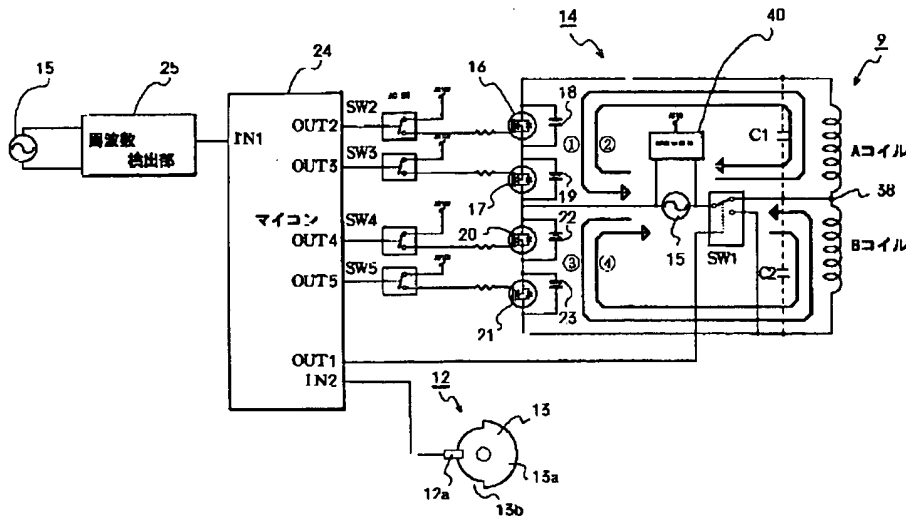
【図12】従来の2極同期モータの構成に示す回路図である。

【図13】従来の2極同期モータの起動運転回路に備えたブラシの配置構造を示す説明図である。

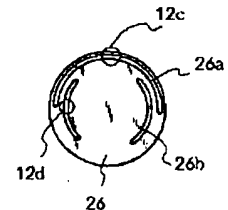
【符号の説明】

- | | |
|------------------------|----------------|
| 1 ハンジング本体 | 13, 30 回転円板 |
| 2 上ハウジング | 13a, 30a 遮光部分 |
| 3 下ハウジング | 13b, 30b 透光部分 |
| 3a 配線用穴 | 14 起動運転回路 |
| 4, 33 出力軸 | 15 交流電源 |
| 5, 27, 34 永久磁石ロータ | 16 第1FET |
| 5a, 27a ロータヨーク | 17 第2FET |
| 5b, 27b, 35b マグネット | 18 第1ダイオード |
| 6, 7 ベアリング軸受 | 19 第2ダイオード |
| 8, 28 ステータコア | 20 第3FET |
| 8a, 28a, 31a, 32a 主コア | 21 第4FET |
| 8b, 28b, 31b, 32b 補助コア | 22 第3ダイオード |
| 9, 37 電機子コイル | 23 第4ダイオード |
| 10 ステータ | 24 マイクロコンピュータ |
| 11, 29, 36 ボビン | 25 電源周波数検出部 |
| 12 光センサ | 26 センサ板 |
| 12a 光検出素子 | 26a, 26b スリット |
| | 31, 32 ステータヨーク |
| | 35a マグネット固定部材 |
| | 38 中間タップ |
| | 39 同期運転回路 |
| | 40 FETドライブ用電源 |
| | 41 ロータヨーク受け部材 |
| | 42 ステータ固定部材 |

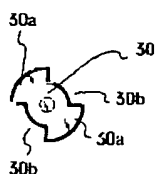
【図1】



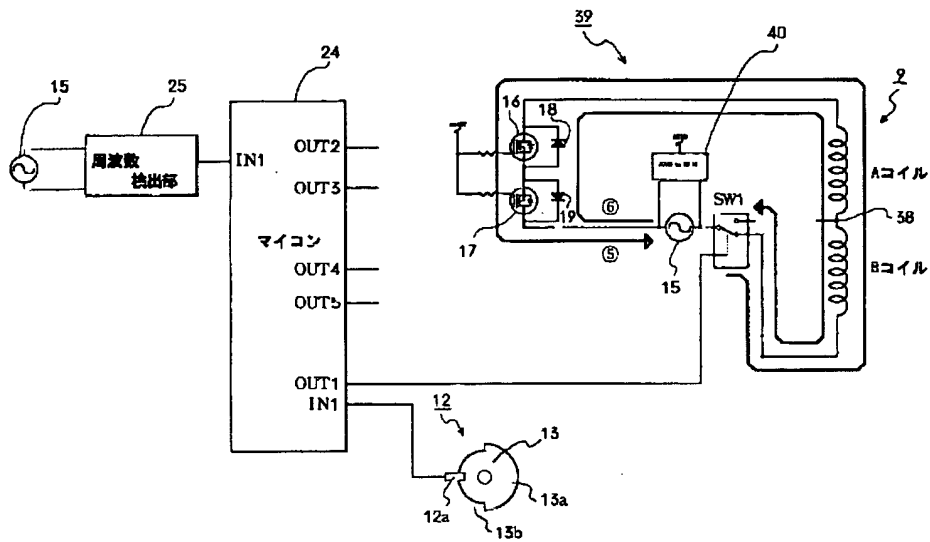
【図6】



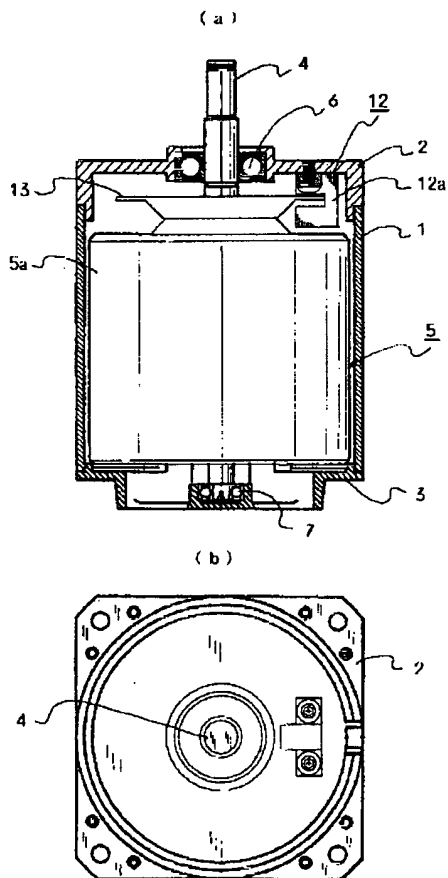
【図10】



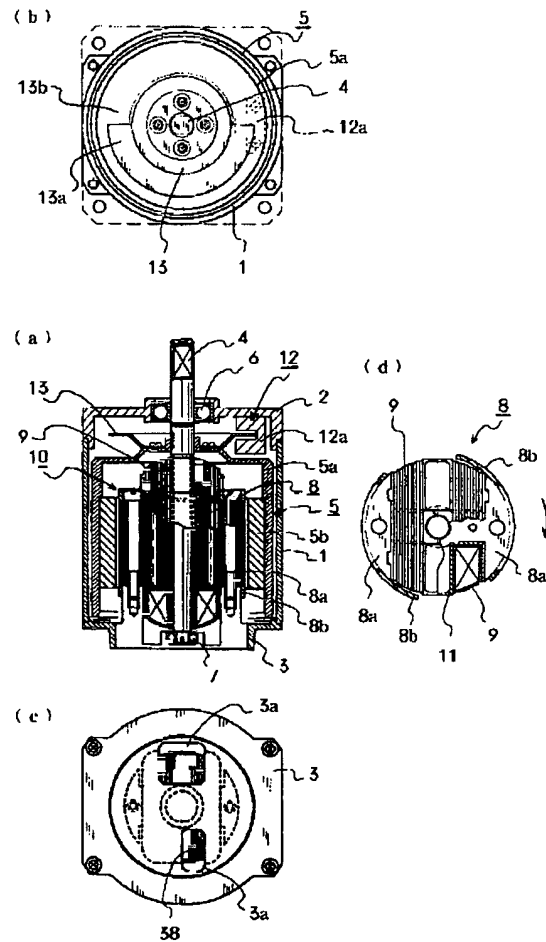
【図2】



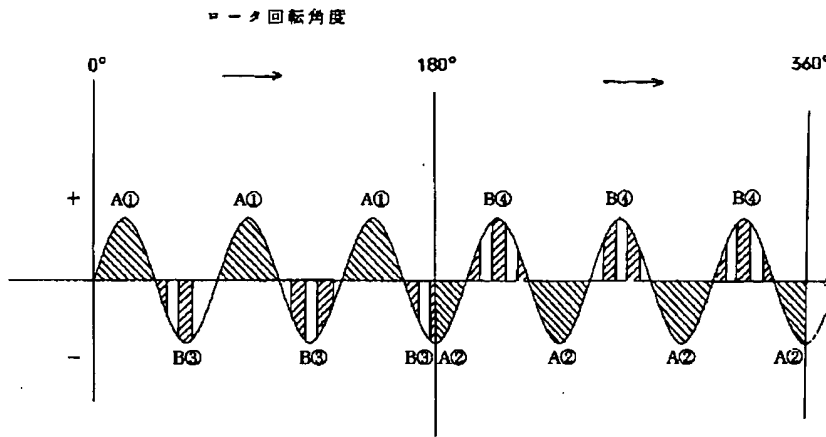
【図3】



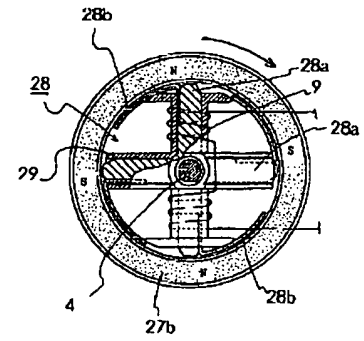
【図4】



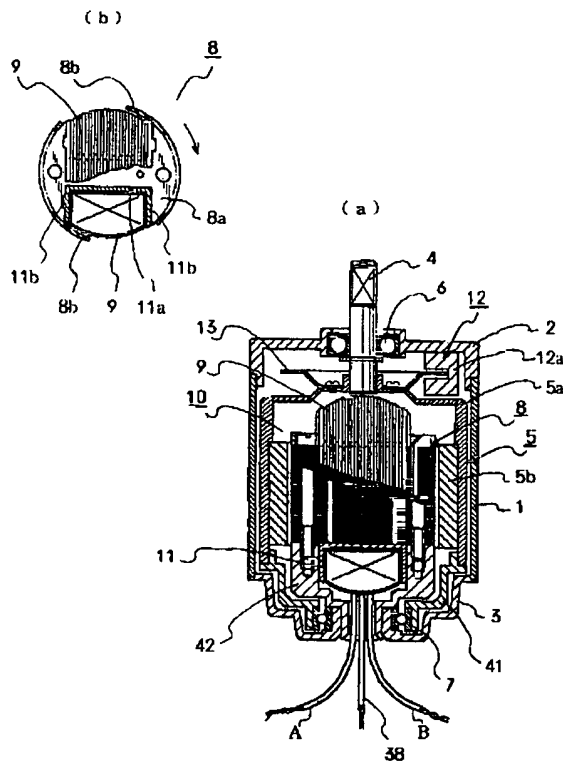
【図5】



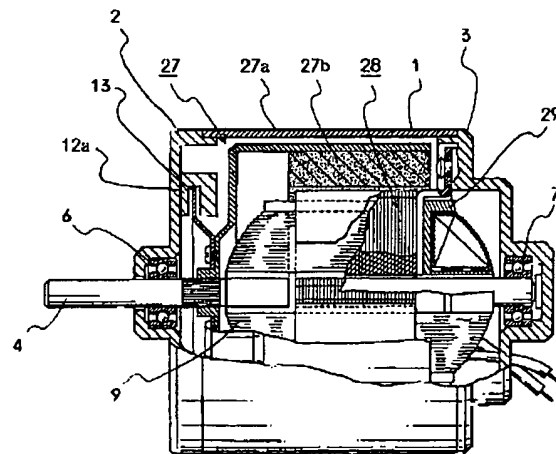
【図9】



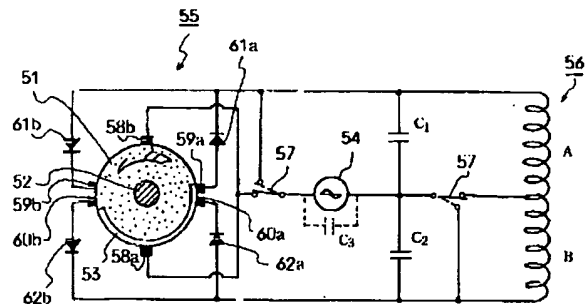
【図7】



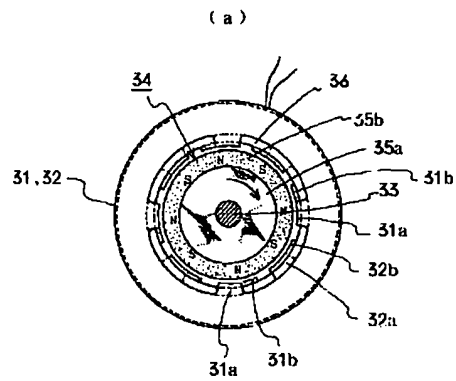
【図8】



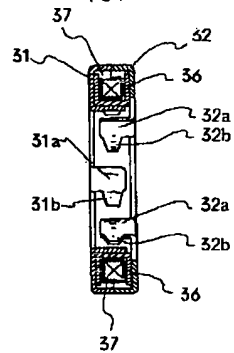
【図12】



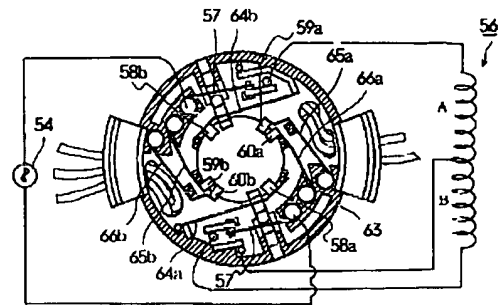
【図11】



(b)



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.